

POWERED BY **Dialog**

**Steering gear with worm and shaft - has spring supported guide fitting against collar with double contact surface**

**Patent Assignee: BISHOP A E**

**Patent Family**

Patent Number	Kind	Date	Application Number	Kind	Date	Week	Type
DE 2658786	A	19770707				197728	B
FR 2337070	A	19770902				197741	
GB 1525760	A	19780920				197838	
US 4116085	A	19780926				197840	
CA 1083466	A	19800812				198035	
IT 1065848	B	19850304				198524	
DE 2658786	C	19850814				198534	

**Priority Applications (Number Kind Date):** AU 754436 A ( 19751231)

**Abstract:**

DE 2658786 A

The steering gear has a threaded steering shaft and a collar held in a guide that is pressed by a spring against the shaft. There is always more than one surface in contact with the collar thread.

The collar (13) thread section has two guide surfaces (14,15) at angle to one another.

The contact surfaces (16,17) on the guide (12) are situated so that the normals to the two central contact points (18,19) intersect at a point (20) on the centroid of the collar cross section. The guide surfaces are flat and the contact surfaces convex or vice versa. The flanks of the teeth are undercut near the base.

Derwent World Patents Index

© 2005 Derwent Information Ltd. All rights reserved.

Dialog® File Number 351 Accession Number 1721450

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

51

19

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES



PATENTAMT

Int. Cl. 2:

B 62 D 3/06

DT 26 58 786 A 1

11

21

22

43

# Offenlegungsschrift 26 58 786

Aktenzeichen: P 26 58 786.0

Anmeldetag: 24. 12. 76

Offenlegungstag: 7. 7. 77

31

Unionspriorität:

32 33 31

31. 12. 75 Australien 4436-75

54

Bezeichnung: Lenkgetriebe

71

Anmelder: Bishop, Arthur Ernest, Mosman, Neusüdwaales (Australien)

74

Vertreter: Uexküll, J.-D. Frhr.v., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.;  
Stolberg-Wernigerode, U. Graf zu, Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.;  
Suchantke, J., Dipl.-Ing.; Pat.-Anwälte, 2000 Hamburg

72

Erfinder: gleich Anmelder

DT 26 58 786 A 1

A n s p r ü c h e

1. Lenkgetriebe mit schraubenverzahnter Lenkspindel und mit einem in einer Führung gehaltenen Muttersegment, das von einer Feder an die Lenkspindel gedrückt wird und mit Hilfe der Lenkspindel verschiebbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß das Muttersegment (13) zwei im Winkel zu seiner Längsmittlebene geneigte und durch einen Steg getrennte längliche Führungsflächen (14, 15) aufweist, die an Auflageflächen (16, 17) der Führung (12) anliegen, wobei sich die in den Mittelpunkten der Berührungsbereiche von Führungs- und Auflageflächen (14, 15; 16, 17) ansetzenden Flächennormalen (18, 19) in einem gegenüber dem Flächenschwerpunkt des Muttersegmentquerschnitts in Richtung auf die Längsspindel-Mittellinie versetzten Punkt (20) schneiden.
2. Lenkgetriebe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Führungsflächen (14, 15) im wesentlichen eben und die Auflageflächen (16, 17) konvex sind.
3. Lenkgetriebe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Führungsflächen (14, 15) konvex und die Auflageflächen (16, 17) im wesentlichen eben sind.

2.

4. Lenkgetriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Flanken der Zähne des Muttersegments (13) an die Führungsflächen (14, 15) im Schnitt quer zum Muttersegment (13) unter einem schiefen Winkel in der Nähe des Zahnfußes anschließen.

su:ah:kö

UEXKÜLL & STOLBERG  
2 HAMBURG 52  
BESELERSTRASSE 4

PATENTANWÄLTE

2658786

DR. J.-D. FRHR. von UEXKÜLL

DR. ULRICH GRAF STOLBERG

DIPL.-ING. JÜRGEN SUCHANTKE

- 3 -

Arthur Ernest Bishop

(Prio: 31. Dezember 1975

AU Nr. PC 4436/75 - 13638)

17 Burton Street, Mosman,  
New South Wales/Australien

Hamburg, 23. Dezember 1976

### Lenkgetriebe

Die Erfindung betrifft ein Lenkgetriebe mit schraubenverzahnter Lenkspindel und mit einem in einer Führung gehaltenen Muttersegment, das von einer Feder an die Lenkspindel gedrückt wird und mit Hilfe der Lenkspindel verschiebbar ist.

Derartige Lenkgetriebe werden im allgemeinen zur Handsteuerung von Kraftfahrzeugen verwendet, wobei der Kraftaufwand zur Betätigung des Lenkgetriebes klein sein soll. Aus diesem Grunde wird bei bekannten Lenkgetrieben ein hohes Übersetzungsverhältnis gewählt, das eine Lenkspindel mit kleinem Durchmesser erfordert. Das gewünschte Übersetzungsverhältnis läßt sich jedoch nicht ausschließlich durch die Reduzierung des Lenkspindeldurchmessers erreichen, da die Lenkspindel sonst für die Aufnahme von Stoßbeanspruchungen zu schwach wird.

709827/0322

## . 4.

Bei bekannten Lenkgetrieben schließt die Lenkspindel üblicherweise einen kleinen Winkel mit der Normalen auf die Muttersegment-Mittellinie ein, wobei die Zähne des Muttersegments demgegenüber eine Steigung mit umgekehrten Vorzeichen haben, d.h. die Zähne des Muttersegments sind unter einem Winkel zur anderen Seite der Normalen auf die erwähnte Mittellinie geneigt. Der Steigungswinkel ist für eine derartige Spindel die Summe der zuvor erwähnten beiden Winkel und beträgt 55 bis  $60^{\circ}$ . In gewissen Maße ist die Wirkung einer derartigen Spindel bezüglich dem Muttersegment mit der Wirkung einer Schraube vergleichbar.

Bei bekannten Lenkgetrieben werden die vom Lenkgestänge auf die Lenkspindel übertragenen Belastungen über mehrere gleichzeitig in Eingriff stehende Zähne übertragen. Dies gilt nicht für geradverzahnte Lenkspindeln, so daß schrägverzahnte Lenkspindeln theoretisch eine wesentlich höhere Festigkeit haben. Dieser theoretische Vorteil ließ sich in der Praxis jedoch nicht erreichen.

Bei Schraubenspindeln geht nämlich ein Teil des theoretischen Gewinns durch die Lastverteilung auf mehrere Zähne verloren, weil die senkrecht auf die Zähne stehende Biegebeanspruchung durch die Sekante des Neigungswinkels der Muttersegmentzähne größer wird. Dieser nicht allzu große Verlust

. 5.

ist gelegentlich durch Verwendung gröberer Zähne ausgleichbar. Die Beschädigung von Lenkgetriebezähnen in Lenkgetrieben mit hohem Steigungswinkel hängt jedoch nicht in erster Linie von der Festigkeit der Zähne sondern vom Stoßen und Verklemmen unter Stoßbelastungen ab. Es hat sich gezeigt, daß die Beschädigungen gewöhnlich nur an der Ecke eines Zahnes von üblicherweise zwei oder drei gleichzeitig in Eingriff stehenden Zähnen auftreten, so daß die theoretisch erwartete Lastverteilung nicht erfolgt. Dafür scheint es drei Gründe zu geben:

- 1) Aufgrund der Herstellungstoleranzen läßt sich ein perfektes Kämmen von Spindel und Mutter über die gesamte Breite und damit gleichzeitig zwischen mehreren Zähnen nicht erzielen.
- 2) Die Spindel ist für Torsionsbeanspruchungen verhältnismäßig schwach und kann sich unter Belastung verdrehen, so daß der dem Fahrer am nächsten liegende Zahn den größten Teil der Last trägt.
- 3) Unter hohen Beanspruchungen dreht sich die Mutter wegen der bei großen Steigungswinkeln auftretenden hohen Querkräfte um ihre Achse, wodurch die Belastung auf einen einzigen Zahn in der Nähe ihres Ende verlegt wird. Die



- 6 -

üblicherweise federbewehrte und wenige Zehntelmillimeter verschiebbare Mutterhalterung wird dabei zurückgedrückt. Bei Punktberührung zwischen den Zähnen erhöht sich die Reibung so weit, daß sich Spindel und Mutter verkeilen können.

Den durch das Drehen der Mutter auftretenden Schwierigkeiten wurde bereits auf die in der GB-PS 976 661 und US-PS 3 554 048 beschriebene Weise begegnet. In diesen Druckschriften sind verschiedene Führungen beschrieben, die das Drehen der Muttersegmentstange unter dem Einfluß von Querkraften verhindern. Diese bekannten Vorrichtungen wurden in der Praxis anscheinend jedoch niemals eingesetzt, da sie sich lediglich auf Punkt 3) der angeführten Punkte beziehen, während die übrigen beiden Punkte unberücksichtigt bleiben.

Es ist demgegenüber Aufgabe der Erfindung, ein verbessertes Lenkgetriebe zu schaffen, bei dem stets mehr als ein Zahn von Lenkspindel und Muttersegment zur Kraftübertragung in Eingriff stehen.

Zur Lösung dieser Aufgabe dient ein Lenkgetriebe der eingangs erwähnten Art, welches dadurch gekennzeichnet ist, daß das Muttersegment zwei im Winkel zu seiner Längsmittlebene ge-

neigte und durch einen Steg getrennte längliche Führungsflächen aufweist, die an Auflageflächen der Führung anliegen, wobei sich die in den Mittelpunkten der Berührungsbereiche von Führungs- und Auflageflächen ansetzenden Flächennormalen in einem gegenüber dem Flächenschwerpunkt des Muttersegmentquerschnitts in Richtung auf die Lenkspindel-Mittellinie versetzten Punkt schneiden.

Dadurch wird die Drehachse des Muttersegments in Richtung auf die Mittelebene der Zahnsitzen verschoben, so daß ein Drehen der Mutter bei schlechter Lastverteilung über deren Länge gefördert oder zumindest ein unerwünschtes Drehen durch hohe Querkräfte verringert wird.

Die erwähnten GB- und US-Patentschriften legen kein derartiges Verschieben der Muttersegment- oder Zahnstangendrehachse in deren Führung in Richtung auf die Angriffsebene für die Querkräfte, und zwar zur Teilkreisebene hin, nahe, wenn trotz der Führung eine begrenzte Verdrehung erfolgt. Sie zeigen vielmehr zumindest eine Anordnung, bei der die Drehachse von der erwähnten Mittelebene weg verschoben wird, so daß sich das Drehmomentenpaar vergrößert.

Indem die momentane Drehachse der Zahnstangenführung in die Teilkreisebene verlegt ist, ist bei dem erfindungsgemäßen

Lenkgetriebe das Drehmomentenpaar tatsächlich auf Null reduzierbar. In der Teilkreisebene entstehen nämlich die Hauptquerkräfte.

Ein weiterer Vorteil der Erfindung liegt in der besseren Materialausnutzung und damit in Materialeinsparungen. Bekannte Zahnstangen oder Muttersegmente sind aus einer runden Stange geformt, die eine Abflachung mit eingeschnittenen Zähnen in dem mit der Spindel in Eingriff stehenden Bereich aufweist (Fig. 2). Dabei ist die Biegefestigkeit am Zahnfuß beispielsweise geringer als die halbe Biegefestigkeit der ursprünglichen runden Stange.

Bei der erfindungsgemäßen Zahnstange ist die Festigkeit durch das Schneiden der Zähne hingegen nur geringfügig verringert. Die Zahnstange kann über ihre ganze Länge einen im wesentlichen dreiecksförmigen Querschnitt haben oder lediglich im Bereich der Zähne dreieckig geschmiedet sein. Etwas schwerer aber dafür stärker ist eine Zahnstange, deren Querschnitt die Form eines gleichseitigen Dreiecks mit abgerundeten Ecken hat.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von Figuren näher erläutert; es zeigen:

- 9.

Fig. 1 eine Draufsicht auf ein bekanntes Lenkgetriebe mit einem Teilschnitt entlang der Linie B-B aus Fig. 3;

Fig. 2 eine geschnittene Ansicht des Lenkgetriebes aus Fig. 1;

Fig. 3 einen Schnitt entlang der Linie A-A aus Fig. 1;

Fig. 4 eine geschnittene Ansicht des erfindungsgemäßen Lenkgetriebes in ähnlicher Darstellung wie Fig. 2;

Fig. 5 ein Vektordiagramm der zwischen Muttersegment und Lenkspindel auftretenden Kräfte.

Zum besseren Verständnis der Erfindung werden später die auftretenden Kraftverhältnisse in Verbindung mit Vektordiagrammen beschrieben.

Das in den Figuren gezeigte Lenkgetriebe hat einen Montagewinkel 'a' von  $18^{\circ}$  und einen Zahnstangensteigungswinkel 'b' von  $35^{\circ}$ . Das Lenkgetriebe ist in etwa 1 1/2-facher Vergrößerung dargestellt. Die Lenkspindel besitzt vier Zähne und hat einen Außendurchmesser von 20 mm. Der Zahnflankenwinkel 'v' der Zahnstangenzähne beträgt  $20^{\circ}$ .

- 10 -

Die Lenkspindel 1 kämmt mit der Zahnstange oder dem Muttersegment 2 und ist in einem Lagergehäuse 3 in Kugellagern 4 gelagert. Ein Joch oder eine Führung 5 ist in einem Gehäuse 7 unter Einwirkung einer Feder 6 verschiebbar, die das Muttersegment mit etwa 35 kp spielfrei gegen die Lenkspindel drückt. Die Führung 5 darf nur in geringen Grenzen verschiebbar sein, damit lediglich die Herstellungsfehler des Lenkgetriebes ausgeglichen werden. Zu diesem Zweck hält eine Unterlegscheibe 8 eine Abdeckung 7 von dem Gehäuse in einem derartigen Abstand, daß die Führung um etwa 0,2 mm verschiebbar ist.

Obgleich die mögliche Verschiebung nur sehr klein ist, kann sich das Muttersegment unter hohen axialen Belastungen bewegen. Hohe axiale Belastungen treten an den Enden des Muttersegments oder der Zahnstange auf; dieser Zustand ist in den Fig. 1, 2 und 3 dargestellt. Mit der Bewegung des Muttersegments kann eine Drehung im Uhrzeigersinn gemäß Fig. 2 und damit eine Verschiebung des Lastangriffspunktes auf einen einzigen Punkt 9 eines Muttersegmentzahnes verbunden sein. Die Voraussetzung für eine derartige Verdrehung ist dann gegeben, wenn die resultierende  $F_2$  aller in der Normalebene zur Muttersegmentachse liegenden und durch den Berührungspunkt 9 gerichteten Kräfte vor dem Anliegen der Führung 5 an der Abdeckung 7 links vom Mittelpunkt 11 der Zahnstange vorbeiläuft.

- 11 -

Die resultierende Kraft  $F_2$  läßt sich auf die am Berührungspunkt ansetzenden Kräfte gemäß Fig. 5 zurückführen. Dabei ist  $F_3$  die senkrecht auf den Berührungsflächen stehende Normalkraft, die ohne Reibung die einzige Kraft wäre. Berücksichtigt man jedoch einen Reibungswinkel 'u', dann ist die tatsächliche Kraft  $F_3$  in einer durch die Reibung bestimmten Ebene im Winkel 'u' zur Normalen geneigt.

In den Fig. 1, 3 und 5 erfolgt das Abwälzen der Zähne in der Teilkreisebene 10-10 von Fig. 3. Es ist allgemein bekannt, daß ein reines Abwälzen lediglich bei geradverzahnten Getrieben erfolgt, während bei schräg- oder schraubenverzahnten Getrieben ein axiales Gleiten auftritt.

Die zwischen den Zähnen wirkende Kraft  $F_3$  läßt sich in eine Komponente  $F_3 \sin 'u'$  entlang der Zähne und in eine Komponente  $F_3 \cos 'u'$  entlang der gemeinsamen Normalen zerlegen. In der Normalebene zur Muttersegmentmittellinie hat  $F_3 \sin 'u'$  eine Komponente  $F_2 \sin 'u' \cos 'b'$ , die ein Verdrehen der Zahnstange gemäß Fig. 2 zu bewirken trachtet. Die Normalkraft  $F_3 \cos 'u'$  besitzt Komponenten  $F_3 \cos 'u' \cos 'v' \sin 'b'$  in der Normalebene zur Zahnstangenachse, welche durch den Punkt 9 verläuft und die Zahnstange im Uhrzeigersinn verdreht, während die Komponente  $F_3 \cos 'u' \sin 'v'$  die Zahnstange gegen den Uhrzeigersinn zu verdrehen versucht. Die Resultierende  $F_2$  der

- 12.

verschiedenen Verdrehungskräfte gemäß Fig. 2 läßt sich ebenso wie ihr Winkel 'w' berechnen. Für die zuvor erwähnten Werte und für einen Reibungswinkel 'u' von  $15^{\circ}$  ist der Winkel 'w' etwa  $21^{\circ}$ . Daraus folgt, daß ein großes Drehmoment vorhanden ist, das das Muttersegment oder die Zahnstange in dem dargestellten verdrehten Zustand hält, wobei Spitzenbelastung auftritt. Der Reibungskoeffizient erhöht sich dabei und setzt das Getriebe fest, so daß Stoßbelastungen durch ein Drehen der Lenkspindel und damit des Steuerrades nicht aufgenommen werden können.

Das in Fig. 4 dargestellte erfindungsgemäße Lenkgetriebe ist unter den gleichen Bedingungen wie bei Fig. 1, 2, 3 und 5 dargestellt. Die Zahnabmessungen wurden gleich gehalten, so daß die Figuren 1, 3 und 5 auch für das erfindungsgemäße Lenkgetriebe zutreffen. Verändert sind hingegen die Führung 12 und die Zahnstange 13 gegenüber der bekannten Führung 5 und der Zahnstange 2, während alle anderen Teile unverändert blieben. Es wird darauf hingewiesen, daß die Zahnflanken des in Fig. 4 im Schnitt gezeigten Muttersegments oder der Zahnstange an Führungsflächen 14 und 15 in der Nähe des Zahnfußes in stumpfem Winkel anschließen.

Das Muttersegment 13 hat vorzugsweise einen Y-förmigen Querschnitt und ist in der Führung 12 axial entlang der geneigten

13.

Führungsflächen 14 und 15 verschiebbar, die an schwach konvex gebogenen Auflageflächen 16 und 17 der Führung 12 anliegen. Die Krümmungsmittelpunkte der Auflageflächen 16 und 17 liegen in den Ebenen 18 und 19, so daß die gemeinsamen Normalen 18-20 und 19-20 durch die Berührungspunkte im Punkt 20 eine Drehachse für das Muttersegment ergeben. Die Führungsflächen 14 und 15 können in einer anderen Ausführung konvex sein, wobei die Auflageflächen 16 und 17 eben sind.

In einer anderen Ausführung der Erfindung hat das Muttersegment oder die Zahnstange im Querschnitt die Form eines gleichseitigen Dreiecks, wie es in Fig. 4 durch die strichpunktierte Linie angedeutet ist.

Von der Radaufhängung auf die Zahnstange ausgeübte hohe Axialkräfte haben die Führung 12 gemäß Fig. 4 gegen die Wirkung der Feder 6 zur Abdeckung 7 gedrückt, so daß der Kontakt zwischen den Flächen 14 und 16 wegfiel.

Wenn nun ein plötzliches Verdrehen des Muttersegments oder der Zahnstange im Uhrzeigersinn erfolgt und zur Berührungszuständen ähnlich Fig. 2 führt, dann ist die resultierende Kraft  $F_2$  rechts am Drehpunkt 20 vorbei gerichtet. Die Resultierende  $F_2$  dreht dadurch das Muttersegment sogleich im Uhrzeigersinn zurück und stellt den theoretisch beabsichtigten Zahneingriff wieder her.



- 14.

Die tatsächlichen Berührungsverhältnisse zwischen Muttersegment und Lenkspindel sind jedoch komplizierter, wenn sich das Muttersegment nicht wie bei der Punktbelastung dreht. In den Fig. 1 und 4 deuten gestrichelte Linien 9-21, 22-23 und 24-25 die Berührungsbereiche bei gleichmäßiger Lastverteilung an, wie sie für Schraubenspindeln mit hoher Steigung theoretisch am günstigsten wären. Die Berührung erfolgt jedoch über die gesamte Zahnhöhe und nicht nur in der Teilkreisebene gemäß Fig. 3, so daß die Reibungskomponenten schwerer zu analysieren sind. Werden jedoch alle an den Kontaktlinien 9-21, 22-23 und 24-25 entstehenden Kräfte in eine parallel zur Spindelachse sowie im rechten Winkel dazu stehende Ebene zerlegt, dann sind die senkrecht zur Spindelachse stehenden Komponenten immer etwa symmetrisch zur Zahnstangenmittellinie, wodurch praktisch kein Verdrehen oder Rollen verursacht wird. Die horizontalen Komponenten müssen jedoch immer in der Zahnebene liegen und der Zahnstangendrehpunkt sollte daher in diese Ebene gebracht werden. Durch das erfindungsgemäße Verlegen der Zahnstangendrehachse vom Punkt 11 in Fig. 2 zum Punkt 20 in Fig. 4 wird eine eventuell auftretende Lastverschiebung in den Punkt 9 sofort ausgeglichen.

Auf diese Weise wird eine Lastverteilung auf drei Zähne erreicht, so daß von dem erfindungsgemäßen Lenkgetriebe Stöße wesentlich besser aufgenommen werden.

As.

Sollte sich die Lenkspindel unter starken Belastungen verwinden oder verdrehen, dann dreht sich auch die erfindungsgemäße Zahnstange oder das Muttersegment und verteilt die Belastung gleichmäßig.

Auch beim Vorliegen geringer Winkelherstellungsfehler nimmt das erfindungsgemäße Muttersegment eine Lage ein, bei der die Belastung gleichmäßig verteilt wird.

Die Krümmung der Auflageflächen 16 und 17 ist von den Herstellungstoleranzen und von der Torsionsfestigkeit der Lenkspindel abhängig, wobei diese beiden Faktoren zur gleichmäßigen Lastverteilung eine gewisse Muttersegmentdrehung erfordern. Bei bestimmten Ausführungen der Erfindung sind die Auflageflächen 16 und 17 auch von Anfang an ebene Flächen. Die gemeinsamen Flächennormalen sind dann die durch den Mittelpunkt der im Schnitt gesehenen Kontaktlinien verlaufenden Normalen. Da diese Auflageflächen verhältnismäßig schmal sind, wird sich durch Verschleiß schnell eine kleine Krümmung ausbilden, so daß die erforderliche geringe Drehung nicht behindert wird.

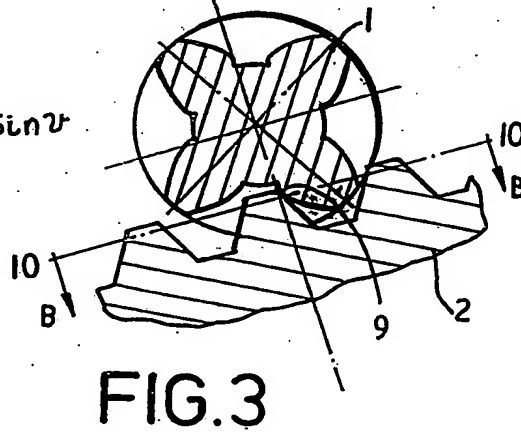
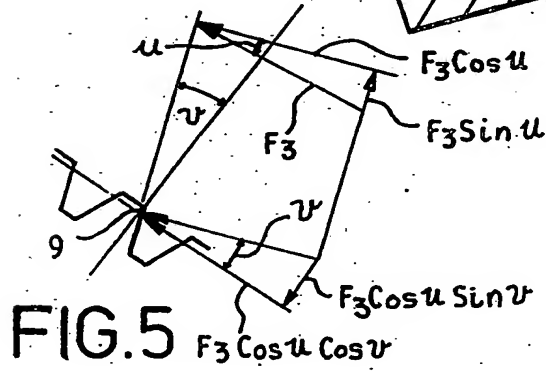
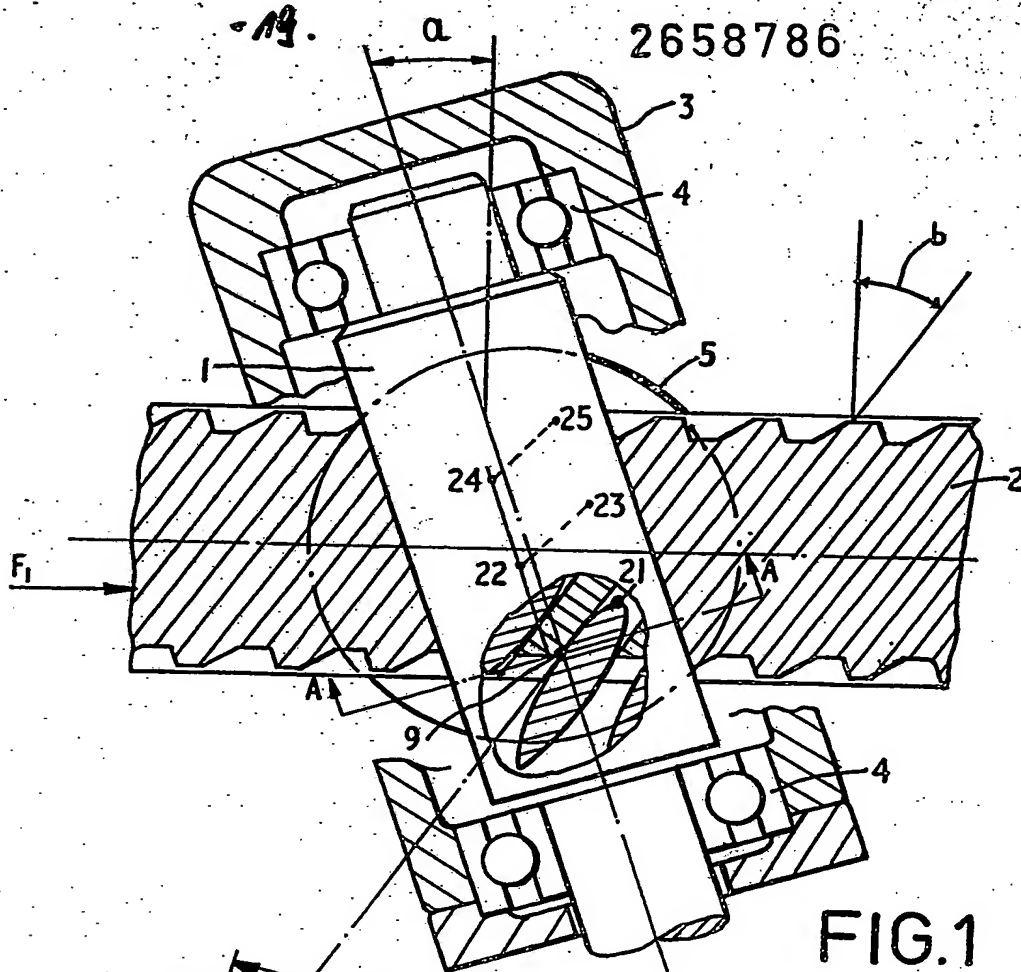
Ein noch besseres Drehen des Muttersegments um den Drehpunkt 20 läßt sich durch die Krümmung der Führungsflächen 14 und 15 und der Auflageflächen 16 und 17 erreichen, wenn die Krümmungs-

- 16 -

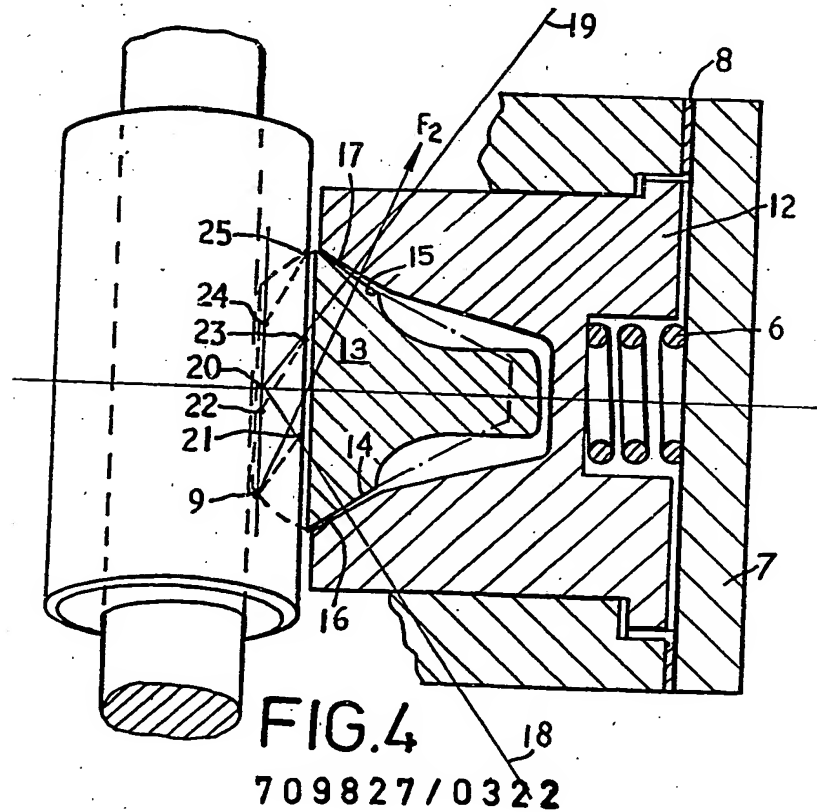
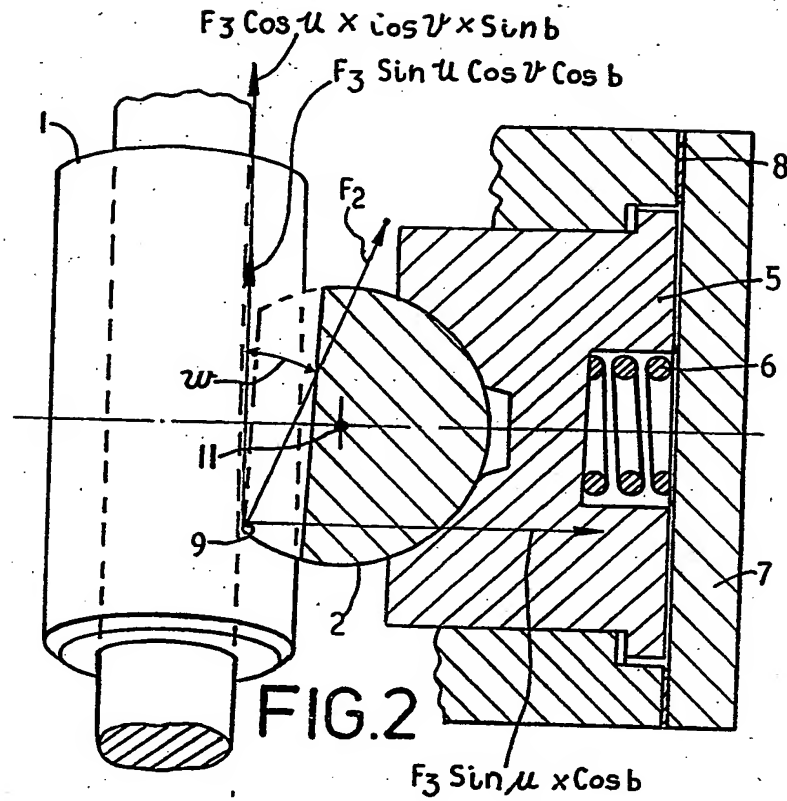
radien im Abstand von Drehpunkt 20 zur Führungsfläche 14 bzw. 15 entsprechen. Eine derartige Anordnung ist jedoch etwas schwerer herstellbar.

Es wird darauf hingewiesen, daß der Drehpunkt 20 nicht unbedingt genau in der Teilkreisebene oder an der Zahns Spitze des Muttersegments zu liegen braucht. Es reicht bereits aus, wenn der Drehpunkt 20 nicht weiter als eine halbe Zahntiefe unter dem Zahnfuß liegt. Gemäß Erfindung soll der Drehpunkt 20 des Muttersegments oder der Zahnstange deutlich oberhalb des Mittelpunkts oder des Flächenschwerpunktes, d.h. in Richtung zur Längsspindel, liegen. In ähnlicher Weise kann der Drehpunkt 20 eine halbe Zahntiefe über den Zahns spitzen des Muttersegments oder der Zahnstange liegen.

13  
Leerseite



2658786



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☐ FADED TEXT OR DRAWING

☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**